CONSIDERAÇÕES SOBRE O REGIME HIDROLÓGICO DO BAIXO RIO IVINHEIMA, SUDESTE DE MATO GROSSO DO SUL, BRASIL

Juliana Luzia da SILVA[1]
Paulo César ROCHA[2]
Fábio Luiz Leonel QUEIROZ[3]
Ismar Renan Alves de ANDRADE[4]

RESUMO

Este trabalho procura avaliar o regime hidrológico do rio Ivinheima, a partir da análise de dados (fluviometria e pluviometria) diários de vazão e nível da estação hidrológica de Ivinheima – MS, no baixo rio Ivinheima, próximos à montante da região varzeana da Planície fluvial do Alto rio Paraná, na região SE de Mato Grosso do Sul. O regime hidrológico dos rios Paraná e Ivinheima controla os processos geomórficos e ambientais nos canais da Planície do Alto Paraná. A alternância do regime hidrológico, e a geomorfologia do sistema, permite a presença de uma zona de transição aquática –terrestre, que se apresenta como ambiente terrestre no período de águas baixas, e como área inundada no período de águas altas, onde a inundação é o principal mecanismo de trânsito de organismos entre estes ambientes. Os dados foram analisados estatisticamente, através dos softwares Statística e Excel, e avaliados através da aplicação de Índices de Avaliação Hidrológica (IHA), no caso, magnitude e duração. Na estação de Ivinheima, no rio Ivinheima, os dados referentes ao período 1972-2003 apontam para um débito médio de 359 m3/s. O valor médio anual máximo foi de 671 m3/s para o ano de 1983 e o mínimo de 269 m3/s para 1978. Quanto à variabilidade do fluxo, os valores de desvio padrão se mostram parecidos relativamente. O coeficiente de variação para o rio Ivinheima foi de 23,4%, contudo tais valores foram influenciados pela cheia extrema de 1982/1983. No rio Paraná, foram observadas alterações no fluxo desde o início da década de 70; a partir de 1972 houve aumento dos níveis médios e diminuição da variabilidade interanual, denunciados por Rocha e al. (1998; 2001). Neste período entrou em funcionamento a maior parte das atuais barragens. Já no rio Ivinheima, os dados não mostram alterações representativas como no rio Paraná. O período de cheia no rio Ivinheima coincide com a estação de verão, assim como no rio Paraná em Porto São José (dezembro-março). Entretanto o rio Ivinheima pode apresentar um regime hidrológico bimodal, com um segundo evento de cheia, que geralmente ocorre entre o inverno e a primavera, que pode ter a mesma magnitude do período principal no verão. A duração de pulsos hidrológicos que causam inundação varia de 10-15 dias, os pulsos menores, tem ocorrência mais curta. Estes resultados evidenciam um regime diferenciado do rio Paraná, e tem grande importância no entendimento dos processos de inundação da Planície fluvial do Alto rio Paraná, na região da foz do rio Ivinheima.

INTRODUÇÃO

A planície de inundação é uma área alagável onde ocorrem drásticas variações sazonais, há uma série de fatores influenciados por essas variações, tanto ambientes quanto às espécies e seus processos biológicos característicos. Em sistemas rio-planície de inundação, alteração nos processos fluvial, decorrente de alterações no seu regime hidrológico pode levar a diferentes situações, como o abandono da planície, e nova construção num nível

[1] Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, iniciação científica/Geografia, laboram@ceul.ufms.br
[2] Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Professor Doutor do curso de Geografia, pcrocha@ceul.ufms.br
[3] Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, iniciação científica/Geografia, laboram@ceul.ufms.br
[4] Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, iniciação científica/Geografia, laboram@ceul.ufms.br

topográfico inferior, ou a erosão de tais depósitos, seguida de nova construção no canal, ou o aumento na taxa de deposição, elevando o nível de base no sistema, entre outras.

Do ponto de vista dos processos fluviais, a planície de inundação é tomada como uma feição deposicional do vale do rio, associada com um clima ou o regime hidrológico da bacia de drenagem. Tal situação a coloca em extrema dependência do regime hidrológico fluvial.

A região da foz do Rio Ivinheima – Planície de Inundação do Alto Rio Paraná é um grande complexo paisagístico, formado por diferentes hidrossistemas interconectados que interagem desencadeando modificações sazonais marcantes (COMUNELLO, 2001). A área de estudos está localizada no sudeste sul-matogrossense, na divisa com o Paraná, nas proximidades de Porto Rico, PR, e está inserida na bacia do Alto Rio Paraná (figura 1).

O Rio Ivinheima é o principal afluente do Rio Paraná da margem direita, nasce na Serra de Maracajú, tem suas nascentes nas cabeceiras dos rios Brilhante e Vacaria, localizado na borda oeste da Bacia do Paraná, percorrendo por sobre os estratos da formação Serra Geral (K). Na região das nascentes aparecem os relevos de cuesta da região da borda ocidental da Bacia do Paraná. A partir da confluência das nascentes, já com a denominação de Rio Ivinheima, o rio percorre por sobre substratos da formação Caiuá (K), apesar de alguns de seus afluentes da margem esquerda cortarem substratos da formação Santo Anastácio, à noroeste de Nova Andradina-MS. A paisagem nesta região é representada pelos planaltos areníticos-basalticos interiores, onde predominam duas formas associadas: A) relevos planos (modelado plano) B) relevo de ação fluvial (modelado de dissecação). (SEPLAN-MS, 1990).

No seu trecho baixo, caracteriza-se um vale, constituído por depósitos Holocenicos fluviais, que vai desde alguns quilômetros á montante da estação fluviométrica de Ivinheima até a confluência com o Rio Paraná. Nesta região predomina um modelado que apresenta pelo menos 3 níveis topográficos, representados pelo terraço alto, médio e baixo além da planície de inundação onde coexiste a drenagem atual.

O regime hidrológico dos rios Paraná e Ivinheima controla os processos geomórficos e ambientais nos canais da Planície do Alto Paraná. A alternância do regime hidrológico, e a geomorfologia do sistema, permite a presença de uma zona de transição aquática – terrestre, que se apresenta como ambiente terrestre no período de águas baixas, e como área inundada no período de águas altas, onde a inundação é o principal mecanismo de trânsito de organismos entre estes ambientes. O reconhecimento da importância da área veio com a inclusão da mesma como Área Prioritária para a Conservação da Biodiversividade da Mata Atlântica e Campos Sulinos e a recente criação do Parque Estadual das Várzeas do Ivinheima, com grande importância ecológica na conservação da ictiofauna, aves, répteis e mamíferos.

O ecossistema planície de inundação apresenta elevada variação espaço-temporal, proporcionando assim o surgimento de um ambiente de grande variabilidade de espécies; a dinâmica fluvial das inundações é de grande importância na manutenção dos habitats lênticos, lóticos e semi-aquáticos, cada um representado por diversos estágios sucessivos (ROCHA, 2002).

O objetivo deste trabalho é a avaliar o comportamento hidrológico do rio Ivinheima no seu baixo curso.

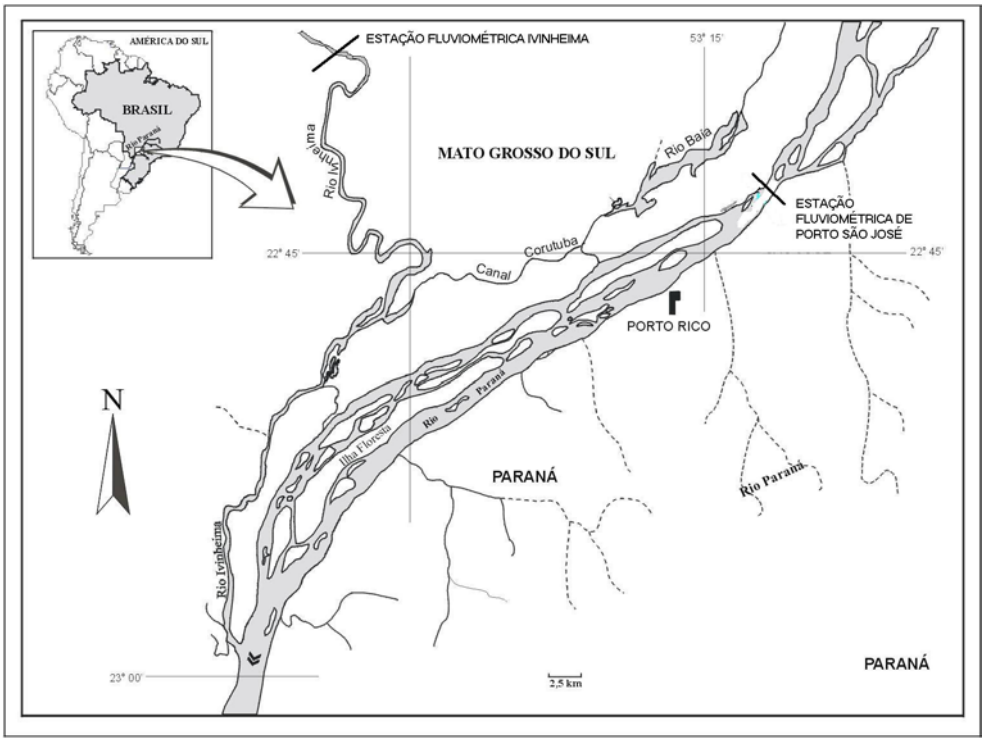


Figura 1. Localização da área de estudos.

MÉTODOS e TÉCNICAS

Os dados utilizados foram as vazões diárias das estações fluviométricas de Ivinheima (rio Ivinheima) e Porto São José (rio Paraná) considerando suas séries históricas. Os índices utilizados neste trabalho foram à obtenção da média anual, para identificação do regime anual, o desvio padrão para uma primeira aproximação da variabilidade dos rios. Os dados diários foram utilizados também em eixo logarítmico para identificação visual de possíveis alterações e/ou pulsos hidrológicos.Os dados hidrológicos foram obtidos da ANA e ITAIPU-BINACIONAL, sendo utilizadas as estações de Porto São José- PR, a montante, e de Guairá- PR, a jusante no rio Paraná, e da estação de Iviheima, no rio Ivinheima. Tal avaliação abrange uma análise qualitativa do fluxo nestes rios, e com o auxílio de índices de alteração hidrológica (magnitude do fluxo e duração). Para tanto, foram utilizados os softwares *Estatísticas* e *Excel* como ferramentas de apoio.

RESULTADOS

A avaliação histórica do rio Paraná e do rio Ivinheima foram efetuadas. Quanto à variabilidade do fluxo, os valores de desvio padrão se mostraram parecidos relativamente. O coeficiente de variação para o rio Ivinheima foi de 23,4 % e para o rio Paraná foi de 25,6 %. Contudo, tais valores foram influenciados pela cheia extrema de 1982/1983. No rio Ivinheima, a variabilidade parece ser maior. Tal fato pode ser relacionado ao controle de débitos no rio Paraná em relação ao rio Ivinheima. Além disso ocorre a diminuição da variabilidade no rio Paraná devido ao controle de fluxo pelas barragens, já no rio Ivinheima não há indícios de alterações (Figura 2).

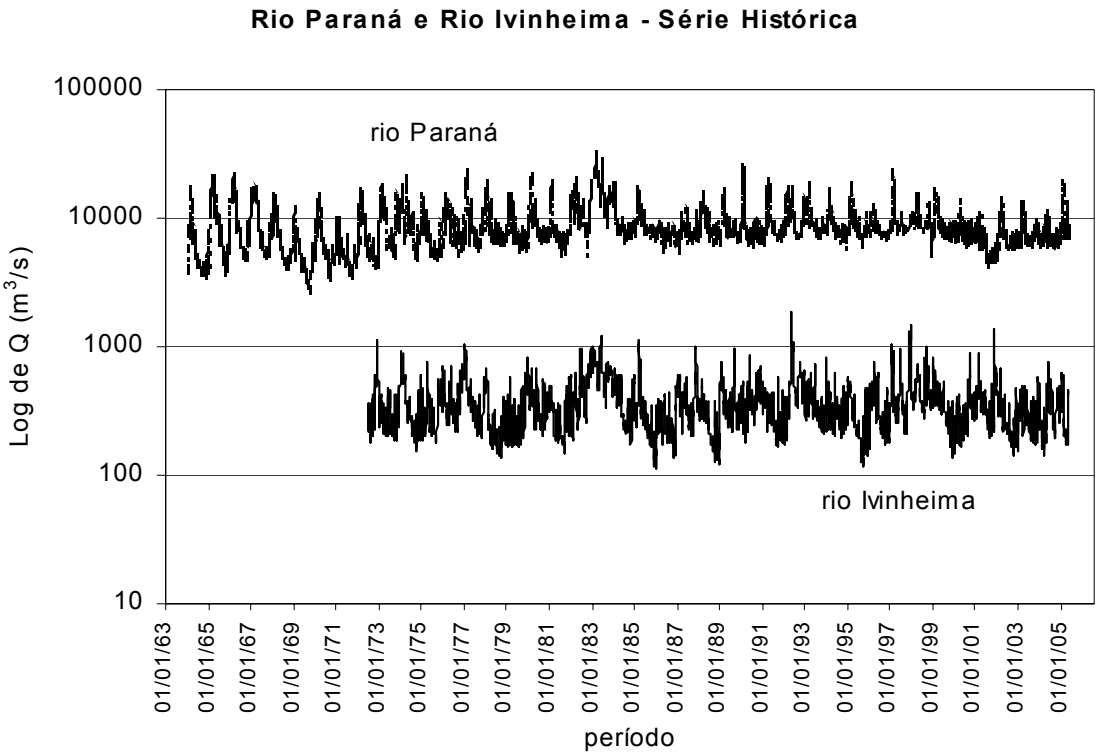


Figura 2. Débitos diários dos rios Paraná e Ivinheima. Débitos em Log.

Desse modo, no rio Paraná foram observadas alterações no fluxo desde o início da década de 70; a partir de 1972 houve aumento dos níveis médios e diminuição da variabilidade interanual, denunciados por Rocha et al. (1998; 2001). Neste período entraram em funcionamento a maior parte das atuais barragens. Já no rio Ivinheima, os dados não mostram alteração. Na estação de Ivinheima, no rio Ivinheima, os dados referentes ao período 1972 - 2003 apontam para um débito médio de 359 m3/s. O valor médio anual máximo foi de 671 m^3/s para o ano de 1983 e o mínimo de 269 m^3/s para 1978m alterações representativas como no rio Paraná.

No rio Ivinheima, os pulsos não ocorrem exatamente junto com o rio Paraná. As magnitudes relativas dos pulsos também são diferentes. O período de cheia do rio Ivinheima coincide com a estação de verão, assim como no rio Paraná em Porto São José (dezembro-março). Entretanto o rio Ivinheima pode apresentar um regime hidrológico bimodal, com um segundo pulso hidrológico, que geralmente ocorre em junho, provavelmente causado por chuvas decorrentes das frentes polares que atuam na região (Figura 3). Um outro pulso hidrológico que pode causar inundação na região da foz que ocorre na primavera, que pode ter a mesma magnitude do período principal no verão. No entanto este último parece não ocorrer com a mesma frequência do anterior. Na estação fluviométrica de Porto São José – PR, assim como de Guaíra -PR, o período de cheia coincide com a estação do verão no hemisfério sul, onde a cheia pode se dar normalmente entre dezembro e março e a vazante entre abril e novembro. O registro recorde foi de 33.740m3/s, em18/02/1983, atualmente a vazão média nessa estação é de 9.729m3/s (período 1983/2001). A cheia de inundação total da planície se dá a partir de 21.000 m3/s de vazão e apresenta recorrência de 5,6 anos em Porto São José.

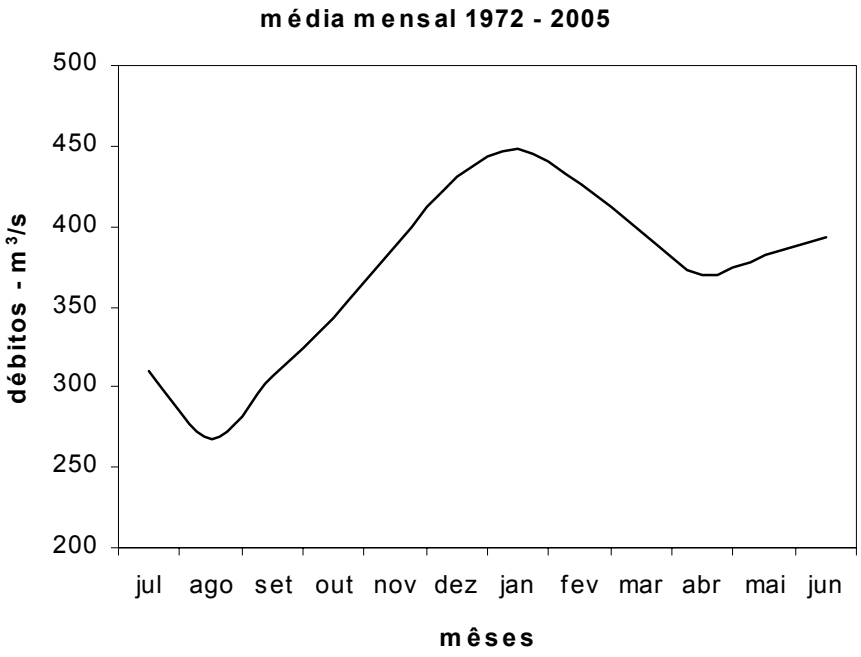
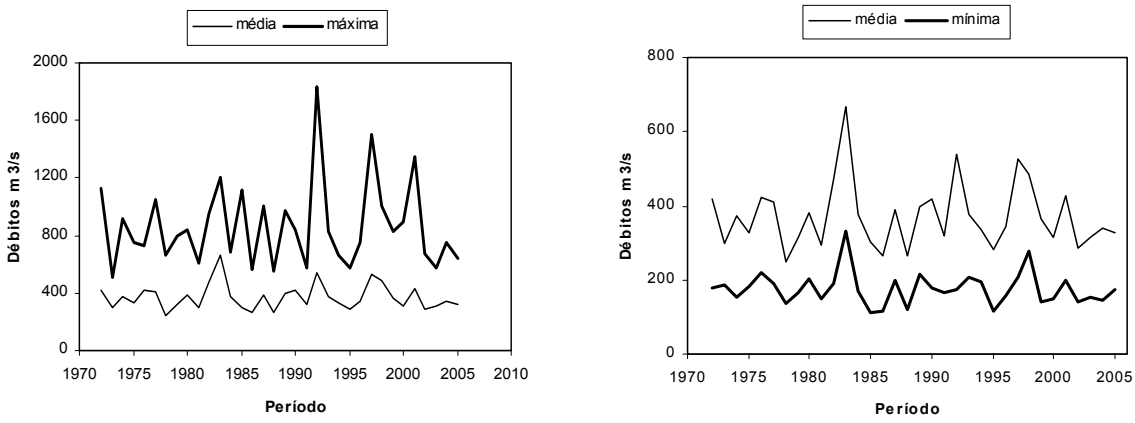


Figura 3. Regime hidrológico sazonal do baixo rio Iviheima.

Alguns rios têm seu fluxo regulado diretamente pelos barramentos, o que se pode observar é que ocorre uma diminuição na variabilidade do fluxo para jusante elevando-se as vazões mínimas e diminuindo as vazões máximas. Tais alterações são mais facilmente percebidas nos trechos médio e baixo do rio onde se encontram as planícies de inundação, e uma série de interações laterais se processam entre o canal e a planície adjacente. As variações no sistema rio-planície de inundação podem ser divididas em duas fases: Inundação e águas baixas.

A variabilidade interanual dos valores de média, máxima e mínima estão apresentadas nos gráficos da figura 4. Os valores de máxima anual (figura 4-A) apresenta maior variabilidade interanual que os valores de média e mínima (figura 4-B). O coeficiente de variação da máxima anual foi 10% maior que os anteriores (tabela 1).



A *B*

Figura 4. Variabilidade interanual dos débitos de média, máxima e mínima no baixo rio Ivinheima.

Tabela 1. Dados de variabilidade interanual dos débitos no rio Ivinheima.

	Média	Máxima	Mínima
Desvio Padrão	89,61	292,92	44,64
Média	372	862	176
Coef. de Variação	24,11	33,99	25,32

As inundaçoes na planície fluvial podem apresentar diferentes magnitudes, dependendo da intensidade das elevações de cada rio. Quando os eventos de pulsos não ocorrem conjuntamente, pode-se avaliar a magnitude da inundação e a área inundada relativa a cada rio avaliado. Variadas condições de inundação podem se apresentar durante um ciclo hidrodinâmico (vazante-cheia-vazante). Considerando o pulso de cheia dos rios Paraná e Ivinheima, os reflexos de suas intensidades são apresentados pela área inundada na planície fluvial.

É provável que exista pouca preditibilidade temporal da ocorrência de fluxo livre atualmente, considerando as alterações do regime fluviométrico do rio Paraná pelos barramentos a montante. Contudo, os eventos de cheia dos rios Paraná (verão) e Ivinheima (bimodal: primavera e verão), e as ocorrências de frentes polares (inverno) são mais previsíveis durante o ciclo hidrodinâmico nesta região. Assim, o ano de 1982/1983 foi caracterizado por grandes débitos culminando com a cheia de 1983, influenciada pelo El Niño.

Com base nos dados de série histórica diário da figura 1, foi possível selecionar quatro anos –padrão de cheias e quatro anos-padrão de estiagem no baixo rio Ivinheima (figuras 5 e 6). Nos anos-padrão de cheia, os períodos de maior duração atingem 888 m3/s (nível hidrométrico =400 cm) inundando a ZII (Zona de Inundação do Ivinheima) (ROCHA, 2002), e podem durar em torno de 30 dias. Pulsos hidrológicos menores atingem 474 m3/s (nível hidrométrico = 250 cm) e inundam parcialmente essa área. Esses pulsos duram aproximadamente 10 a 15 dias e tem ocorrência mais frequênte. Pulsos menores que 474 m3/s são mais rápidos e não causam inundação. Em alguns anos pode haver influência do ENOS (El Niño – Oscilação Sul) e o padrão hidrológico tende a apresentar anomalias no período de ocorrência e na duração das inundações (gráficos B e C da figura 5).

Nos anos-padrão de estiagem não há nitidamente identificação de padrão dos pulsos (figura 6). No entanto naqueles de extrema estiagem os valores ficam abaixo da média histórica por quase todo o ano hidrológico (gráficos C e D da figura 6). Foi observado nessa sequência que há menor variabilidade do que nos anos-padrão de cheia, à exceção de 1982/1983. Os valores de coeficiente de variação tiveram diferença maior que 10% em média (tabela 2).

Tabela 2. Dados estatísticos de anos-padrão de estiagem e dados de anos-padrão de cheia no baixo rio Ivinheima.

	1978/1979	1985/1986	1994/1995	1999/2000	1976/1977	1982/1983	1991/1992	2001/2002
Desvio Padrão	89,47632	78,48581	99,77247	76,74702	187,911	223,3472	324,547	187,8957
Média	243,6137	243,011	333,0301	257,8356	468,6575	656,6384	431,5041	376,1288
Coef. de Variação	36,72877	32,29723	29,95899	29,76587	40,0956	34,01373	75,21295	49,95514

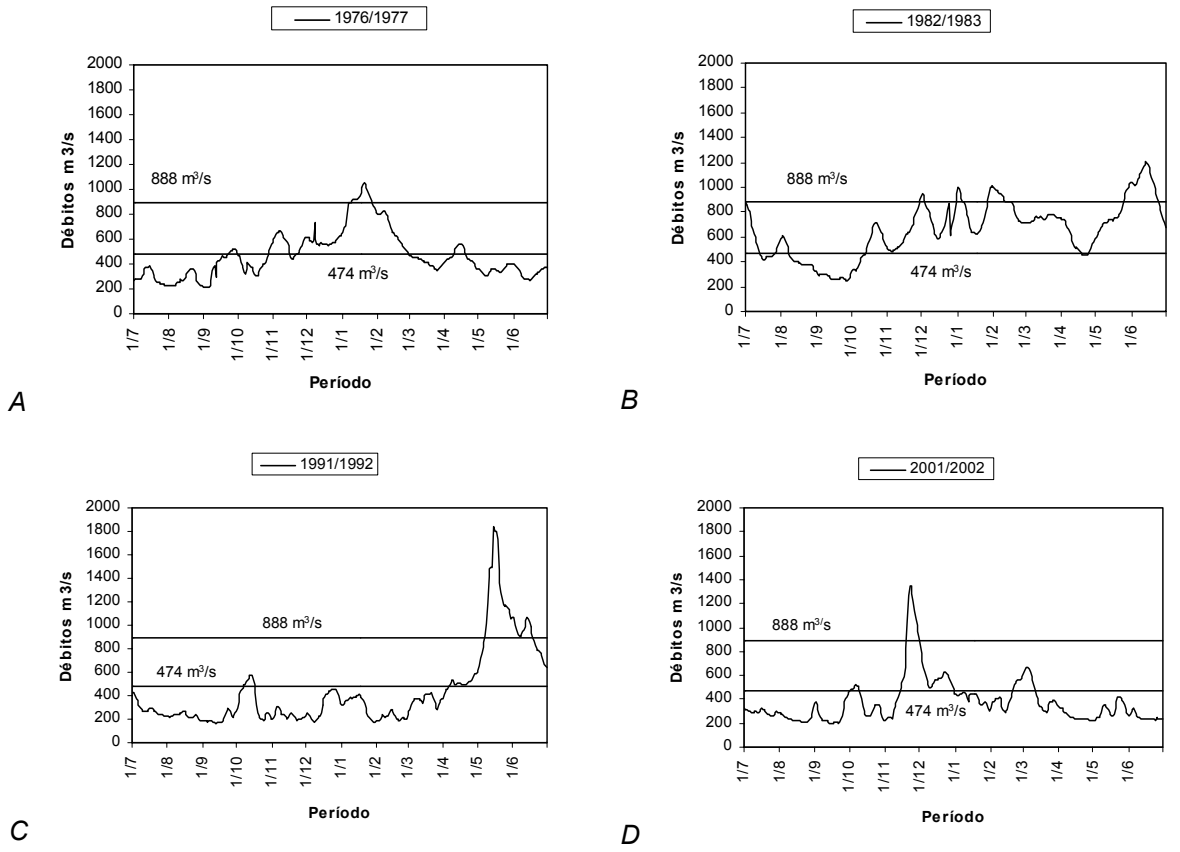


Figura 5. Variabilidade dos anos-padrão de cheia e os débitos limiares de inundação total e parcial.

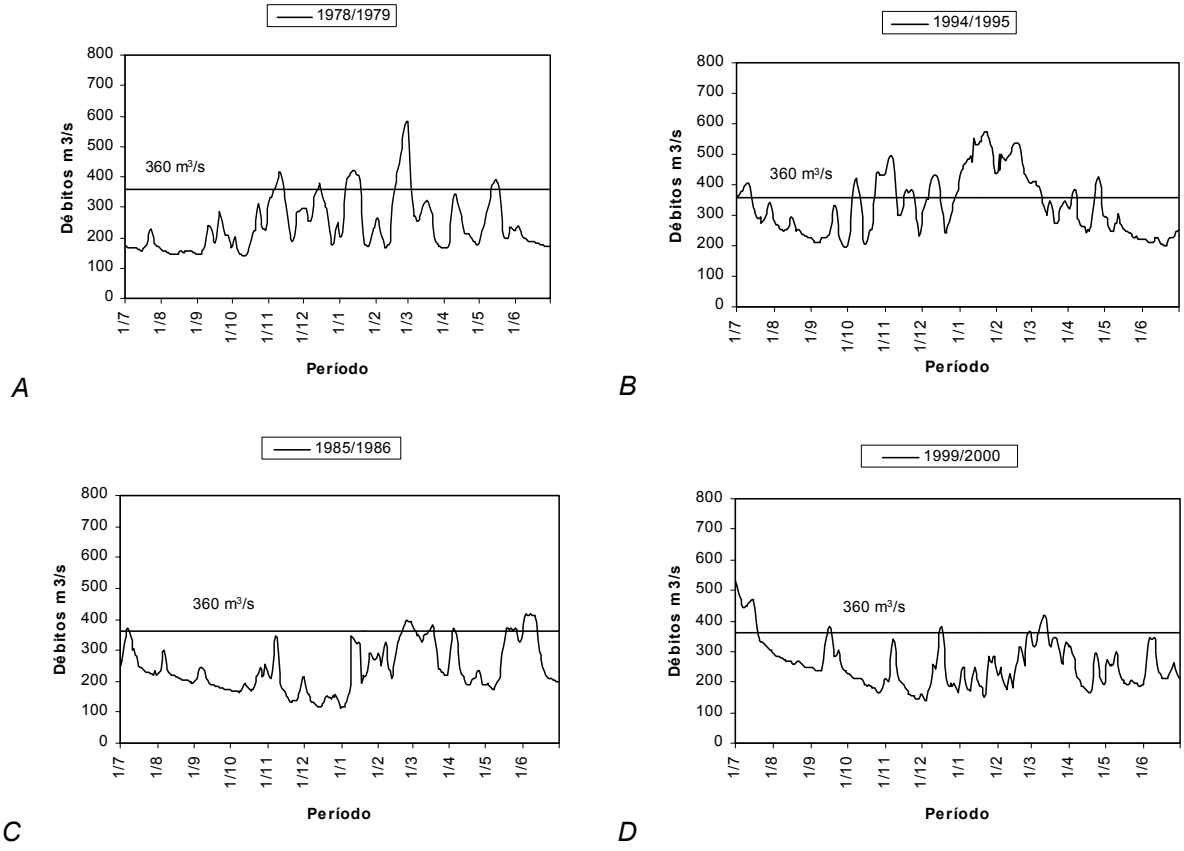


Figura 6. Variabilidade dos anos-padrão de estiagem e o débito médio do rio.

Assim, os resultados mostraram que o comportamento hidrológico do rio Ivinheima não apresentam alteração no padrão de série histórica. Foi observado maior variabilidade nos anos de cheia. Os pulsos de cheia com inundação parcial têm em média 10 a 15 dias e ocorrem mais frequentemente.Os pulsos com inundação total na foz (ZII) tem duração de aproximadamente um mês e podem ocorrer fora dos meses de verão quando influenciados pelos ENOS.

No rio Ivinheima, o regime de cheias é controlado pelas chuvas em suas cabeceiras, as quais desencadeiam inundações coincidindo ou não com o Rio Paraná. Estes resultados evidenciam um regime diferenciado do rio Paraná, e tem grande importância no entendimento dos processos de inundação da Planície fluvial do Alto rio Paraná, na região da foz do rio Ivinheima.

REFERÊNCIAS

AGOSTINHO, A. A; ZALEWSKI, M. A planície alagável do alto rio Paraná: importância e preservação. Maringá: EDUEM, 1996.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia fluvial. 1.ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1981.

COMUNELLO, E. Dinâmica de inundação de áreas sazonalmente alagáveis na planície aluvial do alto rio Paraná. Dissertação de Mestrado – UEM/PEA. Maringá-PR, 2001.

COMUNELLO, E. SOUZA FILHO, E. E., ROCHA, P. C., NANINI, M. R. Dinâmica de inundação de áreas sazonalmente alagáveis na planície aluvial do alto Rio Paraná: estudo preliminar. In: Anais XI SBSR, Belo Horizonte, Brasil, 05-10 abril 2003, INPE, p.2459-2466.

PETRY, A.C. *Conectividade e processos ecológicos em sistemas de rio-planície de inundação.* Exame geral de qualificação – UEM/PEA. Maringá-PR, 2001.

ROCHA, P. C. Aspectos fisiográficos da planície aluvial do alto rio Paraná, na região sudeste de Mato Grosso do Sul. *In:* Anais da VIII Semana de Estudos de Geografia do CEUL – UFMS VIII Encontro Sul-Mato-Grossense de Geógrafos. Três Lagoas, MS, 1997 (33-45).

ROCHA, P. C. *Considerações sobre a hidrodinâmica e a estabilidade de margens no sistema rio Baia/Canal Curutuba/Rio Ivinheima, na planície aluvial do alto rio Paraná, na região de Porto Rico-PR*. II Simp. Nac. de Geomorfologia, Ed. UFSC, p.p 553-568,1998.

ROCHA, P. C. Características e tendência dos débitos do rio Paraná em Guairá-PR. *In:* Anais da VIII Semana de Estudos de Geografia do CEUL – UFMS VIII Encontro Sul-Mato-Grossense de Geógrafos. Três Lagoas, MS, 1997 (68-74).

ROCHA, P.C. *Dinâmica dos canais no sistema rio-planície fluvial do alto rio Paraná, nas proximidades de Porto Rico-PR.* Tese de Doutoramento – UEM/PEA. Maringá-PR, 2001.

SANTOS, M. L. Sistema fluvial atual do Rio Paraná. In*: Estratigrafia e evolução do sistema siliclastico do Rio Paraná no seu curso superior.* Tese de Doutoramento. UFRS, 1997.

SEPLAN-MS. *Atlas Multirreferencial*. Secretaria de Planejamento e Coordenação Geral, Fundação IBGE, 1990. 28 p.

SCHWARZBOLD, A. O que é um rio?. In: Ciência & Ambiente, nº 21, p. 57-68. julho/dezembro-2000.

SOUZA FILHO, E. E; STEVAUX, J. C. Geologia e geomorfologia do complexo rio Baia, Curutuba, Ivinheima.. In VAZOLLER, A. E. A. M.; AGOSTINHO, A. A; HAHN, N. S. (Org.). *A planície de inundação do alto rio Paraná***.** Maringá: EDUEM, 1997.